



Genç Kadınlarda Akut Şiddetli Egzersizin Nazal Pasaj Hacmi Üzerine Etkileri: Kardiyovasküler Sempatik Reaktivite Perspektifi

Effects of Acute Strenuous Exercise on Nasal Passage Volume in Young Females: A Cardiovascular Sympathetic Reactivity Perspective

İşinsu Karaoğlu¹, Lamia Pınar²

¹Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

²Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Öz

Amaç: Bu çalışma, genç kadınlarda akut şiddetli egzersizin tetiklediği sistemik sempatik aktivasyonun nazal pasaj hacmi üzerindeki etkilerini akustik rinometri (AR) ile değerlendirmeyi ve ortaya çıkan bölgesel yanıtı kardiyovasküler sempatik reaktivite bağlamında incelemeyi amaçlamaktadır.

Gereç ve Yöntemler: Yaş ve cinsiyete bağlı otonomik varyasyonların olası etkilerini kontrol altına almak amacıyla çalışmaya 23 sağlıklı genç kadın öğrenci dahil edilmiştir. Katılımcıların koşu bandında (*treadmill*) dinlenim kalp atım hızını iki katına çıkaran egzersiz şiddetinde 5 dakika koşturulmasıyla sempatik aktivasyon sağlanmıştır. Akut şiddetli egzersiz öncesi ve hemen sonrası kan basıncı, kalp atım hızı ve AR ile nazal pasaj hacimleri ölçülmüştür. Egzersiz bitiminden 20 dakika sonra nazal ölçümler tekrarlanmıştır.

Bulgular: Egzersiz öncesinde sağ nazal pasaj hacmi ile sol nazal pasaj hacmi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Egzersiz sonrası her iki nazal pasaj hacminde sempatik aktivasyonla ilişkili dekonjesyon sonucunda anlamlı bir artış ortaya çıkmıştır ($p<0,05$). Sağ taraftaki nazal hacim artışının sola nazaran daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Egzersizden 20 dakika sonra tekrarlanan ölçümlerde, sağ nazal pasaj hacminin soldan anlamlı derecede yüksek devam ettiği görülmüştür ($p<0,05$).

Sonuç: Bu çalışmada, akut egzersiz sonrasında nazal pasaj hacminde sağ taraf lehine asimetric bir bölgesel yanıtın olduğu saptanmıştır. Bu bulgu, sistemik sempatik aktivasyonun nazal pasajda bölgesel farklılıklar gösteren bir yanıt oluşturabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle, non-invaziv ve objektif bir yöntem olan AR ile yapılan nazal pasaj hacmi ölçümlerinin, kardiyolojik araştırmalarda sempatik reaktiviteye eşlik eden periferik yanıtların değerlendirilmesinde dolaylı ve potansiyel bir yöntem olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akustik rinometri, akut egzersiz, nazal reaktivite, kardiyovasküler sempatik reaktivite, fonksiyonel asimetri

Abstract

Objective: This study aims to evaluate the effects of systemic sympathetic activation induced by acute strenuous exercise on nasal passage volume using acoustic rhinometry (AR) in young females, and to examine the emerging regional response within the context of cardiovascular sympathetic reactivity.

Material and Methods: To control the potential effects of age- and sex-related autonomic variations, 23 healthy young female students were enrolled in the study. Sympathetic activation was induced via a treadmill exercise protocol, requiring participants to run for 5 minutes at an intensity that doubled their resting heart rate. Systemic blood pressure, heart rate, and nasal passage volumes via AR were measured before exercise and immediately post-exercise. At 20 minutes post-exercise, nasal measurements were repeated.

Results: Prior to exercise, no statistically significant difference was found between the right and left nasal passage volumes ($p>0.05$). Following exercise, a significant increase in both nasal passage volumes was observed as a result of sympathetic activation-associated decongestion.



Yazar Adresi/Address for Correspondence: Dr. Öğr. Üyesi İşinsu Karaoğlu, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

E-posta: isinsukaraoglu@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0002-7973-5813

Geliş Tarihi/Received: 18.07.2026 **Kabul Tarihi/Accepted:** 24.08.2026 **Yayınlanma Tarihi/Published Date:** 25.09.2026

Atıf/Cite this article as: Karaoğlu I, Pınar L. Effects of acute strenuous exercise on nasal passage volume in young females: a cardiovascular sympathetic reactivity perspective. Bull Cardiovasc Acad. 2026;4(2):84-89



Copyright © 2026 Yazar(lar). Kardiyovasküler Akademi Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır. Creative Commons Atıf-GayriTicari-Türetilemez 4.0 (CC BY-NC-ND) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmış, açık erişimli bir makedir.

($p<0.05$). The increase in nasal volume on the right side was significantly greater than that on the left ($p<0.05$). In repeated measurements performed 20 minutes after exercise, the right nasal passage volume remained significantly higher than the left ($p<0.05$).

Conclusion: This study demonstrates that an asymmetric regional response in favor of the right side occurs in nasal passage volume after acute exercise. This finding suggests that systemic sympathetic activation may induce a response characterized by regional variations in the nasal passage. Therefore, it is considered that nasal passage volume measurements performed with AR, which is a non-invasive and objective method, could be an indirect and potential method for evaluating peripheral responses accompanying sympathetic reactivity in cardiological research.

Keywords: Acoustic rhinometry, acute exercise, nasal reactivity, cardiovascular sympathetic reactivity, functional asymmetry

GİRİŞ

Solunum sistemi, fiziksel egzersiz esnasında aktive olan sempatik sinir sistemine bağlı gelişen fizyolojik modülasyonların ve bölgesel nazal adaptasyonun en belirgin izlenebildiği alanlardan biridir (1,2). Fiziksel efor, kardiyovasküler sistem üzerinde akut kronotropik ve inotropik yük oluştururken, eş zamanlı olarak iskelet kaslarında vazodilasyona, splanknik ve mukozal yataklarda ise yaygın bir vazokonstriksiyona yol açar (3). Zengin kavernoöz sinüzoid yapısı ve yoğun α_1 -adrenajik reseptör popülasyonu barındıran nazal mukoz, sistemik sempatik sinir sistemi deşarjına karşı son derece hassas ve dinamik yanıtlar vermektedir. Egzersiz sırasında plazma katekolamin düzeylerinin (özellikle noradrenalin) artışı, bu reseptörler üzerinden nazal mukozada güçlü bir vazokonstriksiyonu indükleyerek nazal direnci düşürür ve hava pasaj hacmini artırır (2,4).

Kardiyovasküler sistemin otonomik fonksiyonları ve sempatovagal denge sıklıkla, kalp hızı değişkenliği (HRV) veya baroreflaks duyarlılığı gibi elektrokardiyografik (EKG) parametrelerle incelenmektedir (5,6). Ancak bu geleneksel yöntemler, parasempatik (vagal) sistemin baskın modülasyonu ve solunum sinüs aritmi gibi faktörler nedeniyle, özellikle egzersiz ve otonomik toparlanma gibi dinamik süreçlerde baskın sempatik vazokonstriktör tonusu tek başına izole etmekte yetersiz kalabilmektedir (7,8). Nazal pasaj ise parasempatik vazodilatör etkilerden ziyade, baskın olarak sempatik vazokonstriktör tonusun kontrolü altındadır ve bu yönüyle bölgesel nazal reaktivitenin diğer otonomik etkilerden bağımsız olarak izlenebildiği objektif bir model sunar (9).

Otonom sinir sisteminin kontrolü altında işleyen nazal siklus, nazal kavitelerin dönüşümlü olarak konjesyon ve dekonjesyona uğramasıyla karakterize dinamik bir periferik otonomik refleksdir. Bu periyodik döngü sırasında, bir nazal pasajda konjesyon gelişirken karşı tarafta eş zamanlı olarak dekonjesyon izlenir. Bu asimetrik yer değişimi sayesinde total solunumsal direnç dengede tutulur (10-12). Literatürde, söz konusu mukozal varyasyonların istirahat halinde ortalama 25 dakika ile 3 saat arasında değişen periyodik bir döngü sergilediği gösterilmiştir (13,14). Her ne kadar bu süreç normal şartlarda otonomik bir osilasyon (salınım) gösterse de, akut efor gibi yoğun sempatik uyarılar altında bu

ritmik asimetrinin yönü ve büyüklüğü, sempatovagal dengenin periferik yataklardaki anlık dinamiklerine göre yeniden şekillenmektedir. Alt konka ve septumun anterior bölgesinde yer alan venöz erektile dokuların hacimsel salınımlarına bağlı olan bu vasküler reaktivitede, sempatik sinir sistemi baskın bir rol oynamaktadır. Sempatik deşarj, nazal mukozadaki venöz erektile dokularda güçlü bir vazokonstriksiyonu tetikleyerek dekonjesyona yol açmakta ve hava pasajını genişletmektedir (10,14). Sonuç olarak; kardiyovasküler sistem yanıtlarıyla benzer otonomik temelleri paylaşan ve akut efor gibi sempatik uyarılara anlık otonomik yanıtlar veren bu fizyolojik döngü (10,15), otonomik reaktivitenin nazal yansımalarını nesnel bir şekilde değerlendirmek adına yenilikçi bir belirteç potansiyeli taşımaktadır.

Bu çalışmada, akut şiddetli egzersizin tetiklediği sistemik sempatik deşarjın nazal pasaj hacmi üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçladık. Çalışmada, nazal kaviteye gönderilen akustik ses dalgalarının yansımalarını analiz ederek hava pasajının kesit alanlarını ve hacimsel değişimlerini non-invaziv, objektif ve yüksek hassasiyetle hesaplayan akustik rinometri (AR) yöntemini kullandık (16). Elde edilen bulgular doğrultusunda; sempatik uyarımın sağ nazal hava pasajında asimetrik ve uzamış bir seyir izleyebileceğine dair olası bir fizyolojik mekanizmayı kardiyovasküler bir perspektiften tartıştık.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmış (karar no: 497, tarih: 25.06.2018) ve tüm katılımcılardan bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır. Yaş ve cinsiyete bağlı otonomik varyasyonların olası etkilerini kontrol altına almak ve çalışma grubu homojenliğini en üst düzeyde tutmak amacıyla, araştırma sadece sağlıklı genç kadın gönüllüler üzerinde yürütülmüştür. Tüm katılımcılara kardiyoloji kliniğinde fizik muayene ve EKG çekimi uygulanmış; kulak burun boğaz kliniğinde ise endoskopik nazal muayene yapılmıştır. Bu bağlamda çalışmaya herhangi bir sistemik, kardiyovasküler veya nazal patolojisi olmayan, sigara içmeyen 23 sağlıklı genç kadın öğrenci dahil edilmiştir. Solunum ve kardiyovasküler kapasiteler açısından homojenliği sağlamak amacıyla katılımcıların fiziksel profilleri de standardize edilmiştir. Bu doğrultuda vücut kütle indeksi (VKİ)

(VKİ: ağırlık/boy²) hesaplanarak, VKİ aralığı 18,50-24,99 kg/m² olan normal kilolu adaylar seçilmiştir (17).

Çalışma protokolüne göre; katılımcılara istirahat halindeki bazal kalp atım hızı değerlerinin tam 2 katına ulaşana kadar yoğunluğu artırılan akut şiddetli bir koşu bandı (STAR TRAC 4500 SERIES) egzersizi yaptırılmıştır. Egzersiz yoğunluğu ve süresini belirleyen bu protokol, literatürde akut efor yanıtlarını standartlaştırmada kullanılan Roach ve ark. (18) metodolojisi referans alınarak yapılandırılmıştır. Dinlenim kalp hızının iki katına çıkarılması kriterinin bilimsel dayanağı; Amerikan Spor Hekimliği Koleji standartlarına göre genç yetişkin bireylerde “şiddetli egzersiz” (*strenuous/vigorous exercise*) yoğunluk eşiğine (%70-85 hedef kalp hızına) objektif ve homojen bir şekilde ulaşılmasını sağlamasıdır (19,20). Bu hedef şiddete ulaşıldıktan sonra katılımcılar aynı hızda 5 dakika daha koşturulmuş ve egzersiz sonlandırılmıştır (18). Katılımcıların egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası kan basıncı ve kalp atım hızları manuel ve dijital (Omron M2 HEM-7121-E Intellisense, Kyoto, Japonya) yöntemlerle takip edilmiştir. Nazal ölçümler; egzersiz öncesi (bazal), egzersiz hemen sonrası (akut) ve egzersizden 20 dakika sonra (takip) AR cihazı ile her iki burun deliği için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. AR ölçümleri, her katılımcının sağ ve sol nazal pasajları için en az üç defa tekrarlanmış ve elde edilen alan-uzaklık eğrilerinin ortalaması, o katılımcıya ait veriler olarak kaydedilmiştir. Tekrarlanan testlerde değişkenlik katsayısının %5’in altında olmasına dikkat edilmiştir (21,22). Olası mukozal varyasyonları ve ölçüm artefaktlarını önlemek amacıyla, tüm ölçümler oda sıcaklığı (22-24 °C) ve nem oranının (%30-35) sabit tutulduğu standart laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. En uygun ölçümü alabilmek için, sistemin bulunduğu ortamın gürültüden uzak olması sağlanmış, ısı ve nem düzeylerine dikkat edilmiştir (23).

AR (RhinoScan v.2.6, SRE2000-RhinoMetrics, Lynge, Denmark); nazal hava yolu açıklığını değerlendirebilmek için kullanılan objektif tanı yöntemlerinden birisidir. AR cihazının ürettiği ses dalgalarının burun boşluğunda yansımaları prensibine dayanır. Sesin akustik impedansındaki değişikliklerden (şiddeti, fazı, gecikme süresi) faydalanılarak, nazal kavitenin minimum kesitsel alanı ve hacmi hesaplanır. Kolay uygulanabilirliği, tekrarlanabilmesi, minimal uyum gerektirmesi, invaziv

olmaması, ağrısız bir yöntem olması ve nostrillerin ayrı ayrı değerlendirilebilmesi önemli avantajlarıdır (16,21,22).

Çalışmamızda asimetrik otonomik yanıtların olası etkisini değerlendirebilmek amacıyla her bir nazal pasaja ait toplam hacimler (tVOL=VOL1+VOL2; nostrilden maksiler sinüs ostiumuna kadar, 0-5,5 cm’ye ait) kullanılmıştır. Bu toplam hacim, VOL1 (burun girişinden itibaren ilk iki cm’lik burun kesitindeki burun kavitesi hacmi) ile VOL2’nin (ikinci ve beşinci cm içerisindeki burun kesitleri arasındaki burun kavitesi hacmi) toplanmasıyla elde edilmiştir (tVOL=VOL1+VOL2). Burun ucundan itibaren ilk 5 cm’nin, hacim ölçümü için güvenilir bir mesafe olduğu; mukozal varyasyonları ve nazal hacim değişikliklerini doğru olarak yansıtabileceği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (14). Ölçümlerde, kesit alanları, cm²; uzaklıklar, cm; hacimler ise, cm³ cinsindendir (14,23).

İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows 23.0 (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Nicel verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile doğrulanmış ve tüm parametrelerin normal dağılım sergilediği saptanmıştır. Tanımlayıcı veriler aritmetik ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur. Hemodinamik ve nazal hacim parametrelerinin zamana bağlı değişimleri ile sağ ve sol nazal pasajların taraflı karşılaştırmalarında parametrik bir test olan bağımlı iki örneklem t-testi (*paired samples t-test*) kullanılmıştır. Tüm istatistiksel değerlendirmeler %95 güven aralığında yürütülmüş, anlamlılık düzeyi (p<0,05) olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Çalışma grubundaki öğrencilerin yaş ve antropometrik ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel analizi Tablo 1’de gösterilmiştir.

Akut yoğun egzersiz programı öncesi ve sonrasında ölçülen ortalama nabız ve sistolik kan basıncı değerleri Tablo 2’de gösterilmiştir. Egzersiz öncesi değerlerle karşılaştırıldığında, egzersiz sonrasında saptanan nabız ve sistolik kan basıncı artışları istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur (p<0,01).

Tablo 1. Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin yaş ve antropometrik ölçümleri

		n	Ort. $\pm$ SS
Yaş (yıl)		23	20,30 $\pm$ 0,70
Boy uzunluğu (m)	Kadın	23	166,22 $\pm$ 5,30
Vücut ağırlığı (kg)	Kadın	23	56,59 $\pm$ 5,45
VKİ (kg/m ²)		23	20,48 $\pm$ 1,88
Veriler ort. $\pm$ SS olarak sunulmuştur VKİ: Vücut kitle indeksi, Ort.: Ortalama, SS: Standart sapma			

Tablo 2. Egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası kalp atım hızı ve sistolik kan basıncı ölçümleri

	Egzersiz öncesi ort. $\pm$ SS	Egzersiz sonrası ort. $\pm$ SS	t	p
Kalp atım hızı (atım/dk)	79,04 $\pm$ 6,64	158,74 $\pm$ 14,88	-23,45	0,001**
Sistolik kan basıncı (mmHg)	105,35 $\pm$ 9,38	125,74 $\pm$ 13,91	-6,54	0,001**

Veriler ort. $\pm$ SS olarak sunulmuştur
 **: p<0,01, Ort.: Ortalama, SS: Standart sapma

Sağ ve sol nazal pasajlar için AR ile belirlenen “toplam nazal hacim” ortalama değerleri Tablo 3’te gösterilmiştir. Buna göre, egzersiz öncesinde sağ ve sol nazal pasajların toplam nazal hacim değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p>0,05). Egzersizden sonrası ise her iki nazal pasajda, egzersiz öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir hacim artışı gerçekleşmiştir (p<0,01). Sağ ve sol nazal pasajlar kendi içlerinde karşılaştırıldığında sağ taraftaki hacim artışının sol tarafa kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğu bulunmuştur (p<0,05).

Tablo 3. Egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası akustik rinometri ölçümleri

Toplam nazal hacim (cm ³)	Sağ nazal pasaj ort. $\pm$ SS	Sol nazal pasaj ort. $\pm$ SS	t	p
Egzersiz öncesi	5,53 $\pm$ 1,41	4,75 $\pm$ 1,49	2,05	0,053
Egzersiz sonrası	7,44 $\pm$ 1,69	6,54 $\pm$ 1,28	2,65	0,015*
t	-5,47	-5,16		
p	0,001**	0,001**		

Veriler ort. $\pm$ SS olarak sunulmuştur
 *: p<0,05, **: p<0,01, Ort.: Ortalama, SS: Standart sapma

AR ile nazal pasaj ölçümleri egzersizden 20 dakika sonra, dinlenme periyodunda üçüncü kez tekrarlanarak değerlendirilmiştir (Tablo 4). Bu ölçümlerde de, sağ nazal pasaj hacminin, sol tarafa kıyasla anlamlı derecede yüksek kalmaya devam ettiği saptanmıştır (p<0,05).

Tablo 4. Egzersizden 20 dakika sonra gerçekleştirilen akustik rinometri ölçümleri

Toplam nazal hacim (cm ³)	Sağ nazal pasaj ort. $\pm$ SS	Sol nazal pasaj ort. $\pm$ SS	t	p
Egzersizden 20 dk sonra	5,04 $\pm$ 1,25	4,67 $\pm$ 1,13	2,50	0,021*

Veriler ort. $\pm$ SS olarak sunulmuştur
 *: p<0,05, Ort.: Ortalama, SS: Standart sapma

TARTIŞMA

Bu çalışmada, sağlıklı genç kadınlarda akut şiddetli egzersizle indüklenen sistemik sempatik aktivasyonun nazal pasaj hacmi

üzerindeki etkileri incelenmiş; yoğun egzersiz sonrası sağ nazal pasaj hacmi lehine belirgin bir fonksiyonel asimetrisinin varlığı saptanmıştır. Egzersizin hemen ardından hem sağ hem de sol nazal pasaj hacminde saptanan istatistiksel olarak önemli artış (p<0,01), fiziksel efor esnasında salınan noradrenalin dalgasının mukozal mikrosirkülasyondaki zengin α_1 -adrenajik reseptörleri uyarak güçlü bir vazokonstriksiyon (dekonjesyon) oluşturduğunu göstermektedir (1,9,14). Bu bulgumuz, literatürde akut egzersizin nazal hava yolu direncini düşürdüğünü gösteren klasik fizyoloji çalışmalarıyla uyum içerisinde (4,24).

Araştırmamızın en dikkat çekici bulgusu, gerek akut egzersiz sonrasında (t=2,65, p=0,015) gerekse efor bitiminden 20 dakika sonraki takip ölçümlerinde (t=2,50, p=0,021) sağ nazal pasaj hacminin sol tarafa kıyasla anlamlı derecede yüksek kalmaya devam etmesidir. Kardiyovasküler otonomik regülasyon ve efor fizyolojisi bağlamından bakıldığında, sempatovagal dengenin periferik yatlardaki dinamik yansımalarını izlemek, kardiyovasküler adaptasyon süreçlerinin anlaşılmasında kritik bir öneme sahiptir. Kalbin sempatik innervasyonunda sağ stellat ganglionun sinüs düğümü üzerinde baskın bir kronotropik rol oynadığı ve kardiyak sempatik deşarjda sağ yönelimli bir asimetrisinin varlığı bilinmektedir (25). Bizim çalışmamızda egzersiz sonrasında saptadığımız sağ taraflı nazal hacim artışı; genel sempatik deşarjın sadece kalp üzerinde değil, hava pasajlarında da benzer şekilde bölgesel bir asimetrik adaptasyon yaratabileceğine dair olası fizyolojik mekanizmaları aklı getirmektedir.

Katılımcıların benzer yaş grubundaki sağlıklı genç kadınlardan oluşturulması, otonomik süreçlerin homojen bir zeminde değerlendirilmesine olanak tanımıştır. Akut efor sonrasında sistemik hemodinamik parametrelerin (kalp atım hızı ve kan basıncı) hızla bazal seviyelere gerilediği bilinmektedir (26-28). Çalışmamızda ise egzersiz sonrası dönemin 20. dakikasında gerçekleştirilen nazal ölçümler; burun hava pasajındaki bölgesel sempatik uyarımın sağ tarafta çok daha uzamış ve dirençli bir seyir izlediğini göstermektedir. Dolayısıyla elde edilen bu nazal reaktivite bulguları, geleneksel hemodinamik parametrelerin ötesinde, bölgesel olarak uzamış sempatik tonusun takibi adına kıymetli birer veri sunmaktadır.

Geleneksel kardiyolojik otonomik fonksiyon testleri (HRV gibi), dinamik efor süreçlerinde ve toparlanma dönemlerinde

kalpte hızla devreye giren parasempatik (vagal) yeniden aktivasyon nedeniyle, periferik dokulardaki sempatik adrenerjik vazokonstriktör tonusu tek başına izole etmekte metodolojik sınırlılıklara sahiptir (7,8). Egzersiz sonrası toparlanma fazında kardiyovasküler sistem kalbi korumak adına vagal deşarja yönelirken, baskın olarak sempatik adrenerjik kontrol altında olan nazal pasajın (9) AR ile takibi, otonomik ağın bölgesel asimetrik adaptasyon kapasitesini değerlendirmede benzersiz bir pencere açmaktadır. Sonuç olarak AR; periferik sempatik reaktiviteyi ve otonomik adaptasyon süreçlerini non-invaziv ve objektif bir şekilde değerlendirmede kardiyolojik araştırmalarda yenilikçi bir perspektif sunabilir.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Bu araştırma küçük bir örneklemede ve sadece genç kadınlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca sempatik aktivite, biyokimyasal yöntemlerle veya doğrudan otonomik ölçümlerle doğrulanmamış; periferik otonomik yansımalar üzerinden dolaylı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen otonomik bulguların genel popülasyona uyarlanabilmesi için, gelecekte erkek katılımcıların da dahil edildiği, doğrudan ölçüm yöntemlerinin entegre edilerek AR sonuçlarıyla kıyaslandığı, daha geniş kesimlerde yürütülecek güvenilir çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut araştırmamız, bu doğrultuda yapılacak ileri çalışmalara yenilikçi bir yol gösterici niteliğindedir.

SONUÇ

AR; akut egzersiz sonrasında gelişen nazal otonomik reaktivitenin ve buna bağlı hava pasajı değişikliklerinin takibinde potansiyel, objektif ve non-invaziv bir yöntem olarak kullanılmıştır. Özellikle egzersiz sonrası takip ölçümlerinde sağ nazal pasajda gözlenen asimetrik ve uzamış hacim artışı dikkat çekicidir. Bu durum, bölgesel otonomik adaptasyon mekanizmaları bağlamında değerlendirilebilecek olası bir fizyolojik mekanizma olarak kardiyolojik araştırmalara yenilikçi bir perspektif sunmaktadır.

*Etik

Etik Kurul Onayı: Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (karar no: 497, tarih: 25.06.2018).

Katılımcı Onamı: Tüm katılımcılardan bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır.

Yapay Zekanın (YZ) Kullanımına İlişkin Beyan

Yazarlar, makalenin metin düzenleme ve dil düzeltme süreçlerinde YZ araçlarından yararlanıldığını beyan etmişlerdir. Yazarlar, YZ destekli içeriklerin doğruluğu ve bütünlüğü de dahil

olmak üzere, makalenin nihai içeriğinden tamamen sorumlu olduklarını kabul etmişlerdir.

Dipnot

Yazarlık Katkıları

Uygulamalar: I.K., Konsept: I.K., L.P., Dizayn: I.K., L.P., Veri Toplama veya İşleme: I.K., Analiz veya Yorumlama: I.K., L.P., Literatür Arama: I.K., L.P., Yazan: I.K., L.P.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Herhangi bir kurum veya kuruluştan finansal destek alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Lacroix JS, Correia F, Fathi M, Grauzmann E. Post exercise nasal vasoconstriction and hyporeactivity: possible involvement of neuropeptide Y. *Acta Otolaryngol.* 1997;117(4):609-613.
2. Olson LG, Strohl KP. The response of the nasal airway to exercise. *Am Rev Respir Dis.* 1987;135(2):356-359.
3. Fadel PJ. Arterial baroreflex control of the peripheral vasculature in humans: rest and exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(12):2055-2062.
4. Fonseca MT, Voegels RL, Pinto KM. Evaluation of nasal volume by acoustic rhinometry before and after physical exercise. *Am J Rhinol.* 2006;20(3):269-273.
5. Shafiq MA, Ellingson CA, Krätzig GP, Dorsch KD, Neary JP, Singh J. Differences in heart rate variability and baroreflex sensitivity between male and female athletes. *J Clin Med.* 2023;12(12):3916.
6. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation.* 1996;93(5):1043-1065.
7. Billman GE. The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. *Front Physiol.* 2013;4:26.
8. Martelli D, Silvani A, McAllen RM, May CN, Ramchandra R. The low frequency power of heart rate variability is neither a measure of cardiac sympathetic tone nor of baroreflex sensitivity. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2014;307(7):H1005- H1012.
9. Widdicombe JG. The NANC system and airway vasculature. *Arch Int Pharmacodyn Ther.* 1990;303:83-99.
10. Hasegawa M, Kern EB. Variations in nasal resistance in man: a rhinomanometric study of the nasal cycle in 50 human subjects. *Rhinology.* 1978;16(1):19-29.
11. Kayser R. Die exacte messung der luftdurchgängigkeit der nase. *Arch Laryngol Rhinol.* 1895;3:101-120.
12. Pallanch JF, McCaffrey TV, Kern EB. Evaluation of nasal breathing function. In: Cummings CW, editor. *Otolaryngology-head and neck surgery: general, face, nose, paranasal sinuses.* 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1993. p. 665.

13. Kahana-Zweig R, Geva-Sagiv M, Weissbrod A, Secundo L, Soroker N, Sobel N. Measuring and characterizing the human nasal cycle. *PLoS One*. 2016;11(10):e0162918.
14. Vardareli ÖS. Nazal pasaj hacimlerinde egzersize bağımlı değişimlerin akustik rinometri ile ölçülmesi. Thesis, Başkent Üniversitesi, Ankara: 2007.
15. May M, West JW. The “stuffy” nose. *Otolaryngol Clin North Am*. 1973;6(3):655-674.
16. Hilberg O, Jackson AC, Swift DL, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. *J Appl Physiol* (1985). 1989;66(1):295-303.
17. World Health Organization. Everyday actions for better health – WHO recommendations [Internet]. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2020. Available from: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>
18. Roach AR, Lash D, Loomis E, Sinnen T, DeYoung M. The effects of exercise on reaction time. *J Adv Stud Sci (JASS)*. 2014;1:435.
19. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al.; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334-1359.
20. Karvonen J, Vuorimaa T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports Med*. 1988;5(5):303-311.
21. Marshall I, Rogers M, Drummonds G. Acoustic reflectometry for airway measurement. Principles, limitations and previous work. *Clin Phys Physiol Meas*. 1991;12(2):131-141.
22. Şeneldir L. Nazal obstrüksiyon cerrahisinin, gündüz uykululuk hali, akustik rinometri ölçümleri ve SCL-90 R belirti tarama testi ile değerlendirilmesi. Thesis, Trakya Üniversitesi, Edirne: 2009.
23. Hilberg O, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: recommendations for technical specifications and standard operating procedures. *Rhinol Suppl*. 2000;16:3-17. Erratum in: *Rhinol* 2001;39(2):119.
24. Paulsson BO, Bende M, Ohlin P. Nasal mucosal blood flow at rest and during exercise. *Acta Otolaryngol*. 1985;99(1-2):140-143.
25. Zandstra TE, Notenboom RGE, Wink J, Kiës P, Vliegen HW, Egorova AD, et al. Asymmetry and heterogeneity: part and parcel in cardiac autonomic innervation and function. *Front Physiol*. 2021;12:665298.
26. Halliwill JR, Buck TM, Lacewell AN, Romero SA. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Exp Physiol*. 2013;98(1):7-18.
27. Neves FJ, Carvalho ACG, Rocha NG, Silva BM, Sales ARK, de Castro RRT, et al. Hemodynamic mechanisms of the attenuated blood pressure response to mental stress after a single bout of maximal dynamic exercise in healthy subjects. *Braz J Med Biol Res*. 2012;45(7):610-616.
28. Romero SA, Minson CT, Halliwill JR. The cardiovascular system after exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2017;122(4):925-932.